

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-283456
 (43)Date of publication of application : 31.10.1997

(51)Int.CI. H01L 21/225
 H01L 21/22

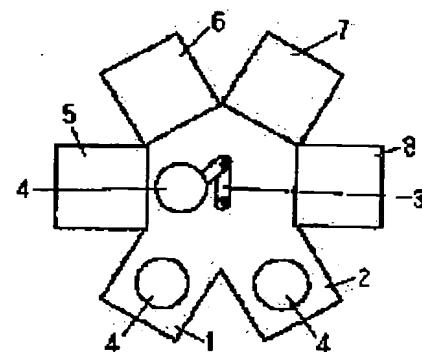
(21)Application number : 08-096361 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
 <NTT>
 (22)Date of filing : 18.04.1996 (72)Inventor : SATO YOSHIYUKI
 YABUMOTO CHIKAKUNI
 SAITO KAZUYUKI

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to form a doped layer uniformly with good controllability by exposing a silicon semiconductor to a substance containing phosphorous or boron at a temperature which is at least a melting point of the substance and at most a specified temperature to attach the substance to the silicon semiconductor, and then heating the silicon semiconductor to dope the substance in the silicon semiconductor.

SOLUTION: After washing the surface of a silicon semiconductor 4, the semiconductor is exposed to a substance containing a dopant such as phosphorus and boron at a temperature which is at least a melting point of the substance and at most 400° C to attach the substance to the surface of the silicon semiconductor in a phosphorus processing chamber 6 and a boron processing chamber 7. After that, the silicon semiconductor 4 is heated in a heat-treatment chamber 8 and then the dopant is doped in a shallow region of the semiconductor 4 with the substance attached to the semiconductor as a source of diffusion. By this method, a doping layer can be formed uniformly in the semiconductor 4 with good controllability without damaging the semiconductor 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-283456

(43)公開日 平成9年(1997)10月31日

(51)Int.Cl.
H 01 L 21/225
21/22

識別記号 執内整理番号

F I
H 01 L 21/225
21/22

技術表示箇所
M
P

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全4頁)

(21)出願番号

特願平8-96361

(22)出願日

平成8年(1996)4月18日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 佐藤 芳之

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 藤本 周邦

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 斎藤 和之

福島県会津若松市一箕町松長一丁目17番26
号 B-107

(74)代理人 弁理士 中村 純之助

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】シリコン半導体表面の浅い領域に、リンもしくはボロンをドーピングする方法において、シリコン半導体へのダメージがなく、ドーピング層を均一に、制御性よく形成できる高性能で安価な半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】シリコン半導体の表面を洗浄して清浄な表面を露出した直後に、リンもしくはボロンを含む物質に、シリコン半導体を、上記物質の溶融点以上、400°C以下の温度で晒して上記物質を付着した後、シリコン半導体を加熱してドーピングを行う工程を含む半導体装置の製造方法とする。

図1

シリコン半導体の清浄表面の露出

シリコン半導体の清浄表面への
リンまたはボロン付着層の形成
(400°C以下)

加熱によるシリコン内部への
ドーパント拡散

【特許請求の範囲】

【請求項1】シリコン半導体の表面を洗浄して清浄表面を露出した直後に、リンもしくはボロンを含む物質に、上記半導体を上記物質の融点以上、400°C以下の温度で晒して上記物質を付着した後、上記半導体を加熱して上記物質のドーピングを行う工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は高性能の半導体装置の製造方法に係り、特に、シリコン半導体表面の浅い領域に、ダメージを与えることなく、均一で制御性の良いドーピング層を形成することができるシリコン半導体へのドーピング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、例えばシリコン表面の浅い領域にドーピング層を形成しようとする場合に、次のいずれかのドーピング方法が用いられていた。

(1) シリコン表面の浅い領域に、リン(P)やボロン(B)などのドーパントのイオン注入を行い、続いて加熱する方法。

(2) シリコン表面にPやBなどのドーパントを含む膜を堆積し、続いて加熱する方法。

(3) シリコンを800~1000°C程度の高温でPやBを含むガスに晒す方法。

(4) シリコン表面をPやBなどのドーパントを含むガスに晒しながらレーザ照射によって加熱する方法。あるいは、

(5) シリコン表面をPやBなどのドーパントを含むプラズマに晒す方法。

しかし、上記従来のドーピング方法は、それぞれ以下に示す問題があった。上記(1)の方法では、ドーパントをシリコンハイオン注入する場合に、シリコン中のドーピング層の周辺に生じる結晶欠陥のために、続いて行う加熱の際に、ドーパントが深く拡散してしまう。上記

(2)の方法では、PやBなどのドーパントを含む膜をシリコン上に堆積し、その後の熱処理でシリコン中にドーピング層を形成する際、ドーピング濃度は、直前に行うシリコン表面処理状態に強く依存し、その制御が難しいことから、形成されるドーピング層の制御性が悪くなる。上記(3)の方法では、シリコンを800~1000°C程度の高温でPやBを含むガスに晒す場合においても、ドーピング濃度は、直前に行うシリコン表面処理状態に強く依存し、その制御が難しく、したがって形成するドーピング層の制御性が悪くなる。上記(4)の方法では、照射するレーザ光の強度が空間的に一定でなく、また、レーザ光を走査する場合に、重ね合わせ部分と非重ね合わせ部分が生じることが避けられないことから、ドーパント層にむらが生じる。上記(5)の方法では、シリコンウェハへのプラズマ照射の不均一性と、プラズ

マ照射によるシリコンウェハへのダメージが本質的に避けられない。従来のいずれの方法においても、シリコン表面の浅い領域にドーピング層を均一に制御性よく形成することはできなかった。また、これら従来の方法は、すべてドーピング時に真空排気、あるいは500°C以上の高温で加熱する高価な装置を必要とするため、これが半導体装置の製造コストを引き上げる要因となっていた。また、従来のドーピング工程は、表面洗浄工程とは全く異なる工程であるため、ドーピング装置と表面洗浄装置とを一体化することが難しいという問題があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上述した従来技術における問題点を解消し、シリコン半導体表面の浅い領域におけるドーピング方法において、シリコン半導体へのダメージがなく、ドーピング層を均一に制御性よく形成できる高性能で安価な半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記本発明の目的を達成するために、本発明は特許請求の範囲に記載のような構成とするものである。すなわち、本発明は請求項1に記載のように、シリコン半導体の表面を洗浄して清浄表面を露出した直後に、リンもしくはボロンを含む物質に、上記半導体を上記物質の融点以上、400°C以下の温度で晒して上記物質を付着した後、上記半導体を加熱して上記物質のドーピングを行う工程を含む半導体装置の製造方法とするものである。このように、本発明のドーピング方法は、請求項1に記載のように、シリコン半導体表面の洗浄直後に、PやB等のドーパントを含む物質に、その物質の融点以上、400°C以下の温度で晒してドーパントを含む物質をシリコン半導体表面に付着した後、そのシリコン半導体を加熱して、上記付着物を拡散源として、ドーパントをシリコン半導体の浅い領域に導入することができる簡易な方法であり、しかもシリコン半導体へのダメージがなく、リン(P)もしくはボロン(B)のドーピング層を、例えば大口径のシリコンウェハの表面の浅い領域に、均一に制御性よく形成することができ、高性能で安価な半導体装置を容易に実現できる効果がある。

【0005】

【発明の実施の形態】本発明の半導体装置の製造方法は、薬液あるいはその蒸気に含まれるドーパント(リン(P)またはボロン(B))を、シリコン半導体の表面に付着させ、その後の熱処理により、シリコン内部の浅い部分(領域)に拡散させるドーピング方法であり、以下、Pのドーピング方法について具体的に説明する。まず、シリコンウェハを洗浄、酸化し、さらに、フッ化水素酸水溶液と純水に浸漬させることによってシリコン表面の酸化膜を除去した。続いて、155°Cのリン酸水溶液に、10分間、ウェハを浸漬し、ウェハ表面にリンを

付着させ、1分間水洗した。これを1000°Cにおいて、酸素中で1~3分間加熱した。その結果、シリコン中に、10~20 nmのリンのドーピング層を形成することができた。リンドーピング層のシート抵抗値は、1、2、3分間の加熱に対して、6156、4186、3212Ωとなり、150 mm径のウェハ全体にわたって2~3%の均一性でリンのドーピング層が得られた。そして、リンのドーピング層の平均濃度は約 $10^{19}/\text{cm}^3$ となった。したがって、これらの加熱条件下では、シリコン表面に付着させたリンのすべてがシリコン中に拡散されていない。換言すれば、さらに高温で長時間の加熱を行えば、さらに大量のリンをシリコン内部に供給できるだけの余裕がリンの付着層には残されている。このリンの付着層は、加熱後にウェハをフッ化水素酸水溶液に浸漬することにより容易に取り除くことができた。上記の結果は、リン酸水溶液からウェハに付着したリンがシリコンへの浅いドーピング層の拡散源として有効であることが分かる。ボロン(B)のドーピングを行う場合は、上記のリン酸水溶液をホウ酸あるいはその水溶液に置き換える。また、これらの酸によるシリコンのエッティングが問題となる場合には、過酸化水素水を加え、過酸化水素水の強い酸化作用によって生じる自然酸化膜をシリコン表面に形成するようにすればよい。このようにすると、上記自然酸化膜内にリンあるいはボロンが取り込まれ、上記と類似のドーパント層が形成され、これが拡散源となる。また、上記の過酸化水素水の代わりにオゾン(O_3)ガスをバブリングさせてもよい。ホウ酸の水溶液あるいはホウ酸と過酸化水素水の混合液を用いる場合には、シリコン表面へのボロンの付着工程を100~150°C程度の温度で行うことができる。これらの例において、使用する薬品は薬液であるとしたが、この薬液の蒸気であってもよい。例えば、ホウ酸そのものを加熱し、ホウ酸が脱水されるときに放出されるボロン含有水蒸気を利用してボロンをシリコン表面に付着させる場合には、その付着工程を200~400°C程度で行うことができる。上記の例では、リンやボロンを、シリコン表面に付着させた後の加熱を酸素中で行った実験の例を紹介したが、加熱前にシリコン酸化膜等を堆積させ、非酸化性の雰囲気下で行ってもよい。なお、ドーピング量が少ない場合には、シリコン酸化膜等の堆積を省略することができる。本発明の半導体装置の製造方法の核となる工程を図1にまとめる。本発明では、シリコン半導体洗浄工程の直後に、400°C以下の低温で、薬液あるいはその蒸気で処理し、シリコン半導体表面にリンあるいはボロンを付着させるため、シリコン表面の状態を一定に保つことができる。また、シリコン半導体内部へのドーパント拡散処理は、イオン注入やプラズマ照射といった半導体中にダメージを与える工程ではなく、熱処理のみの工程である。このため、ダメージに起因する増速拡散や欠陥発生などの問題は起こらない。なお、こ

のドーパント付着工程は、半導体表面へのドーパントの物理的吸着現象を利用していることから、ドーパント付着量は温度にほとんど依存しない。したがって、ドーピング工程の温度制御は極めてラフであってよく、リンやボロンのシリコン半導体表面からの蒸発が実質的に無視し得る400°C以下であれば、ドーパントを含む物質が液体状態か気体状態である限り、どの温度においても可能である。また、シリコン半導体表面への拡散源の付着を、薬液の浸漬あるいは薬液蒸気への曝露によって行っており、不均一なビーム照射や、その走査などは一切伴わない。このため、大口径のシリコンウェハの表面に、一様に拡散源を容易に付着することができる。

【0006】ここで、本発明の半導体装置の製造方法におけるドーピング工程と洗浄工程とを一体化した装置例の構成を図2に示す。両者を一体化した理由は、均一性と制御性に優れたドーピング付着を行うためには、シリコン表面の清浄度が極めて重要であるからである。本発明によるドーパント付着工程は洗浄工程に極めて類似しており、相違は、シリコン表面に晒す液体(蒸気)がドーパント含有液(蒸気)か洗浄液(蒸気)かの相違である。したがって、両工程を行う装置は特殊な媒介装置無しに一体化でき、連続処理が可能になる。一体化した装置は、ウェハカセットが置かれる二つの部分(1…入口カセット室、2…出口カセット室)と、半導体ウェハ(シリコンウェハ)4が処理される四つの部分(5…フッ酸処理室、6…リン処理室、7…ボロン処理室、8…熱処理室)から構成されており、各室の間の部分には、ウェハ移動用のロボットアーム3が備えられ、非酸化性ガスで満たされている。入口カセット室1から、ロボットアーム3によって取り出された半導体ウェハ4は、フッ酸処理室5においてフッ化水素酸水溶液、あるいはその蒸気によってシリコンウェハ表面が処理され水洗され、清浄表面が露出される。続いて、ロボットアーム3によってリン処理室6、あるいはボロン処理室7に移動される。リン処理室6では、リン酸水溶液、あるいはその蒸気でシリコンウェハ表面が処理され、シリコンウェハ表面にリンが付着され、水洗される。ボロン処理室7では、ホウ酸水溶液、あるいはその蒸気でシリコンウェハ表面が処理され、シリコンウェハ表面にボロンが付着され、水洗される。続いて、ロボットアーム3によってシリコンウェハは熱処理室8に入り、酸素、あるいは窒素などの所定のガス中で加熱される。加熱後、出口カセット室2に収納され、冷却される。このように、本発明では、シリコンウェハ表面へのドーパントの付着を行う装置とシリコンウェハ内部へのドーパントの拡散を行う装置とを容易に一体化することができる。また、シリコンウェハ表面へのドーパント付着の際、有毒で高価なガスや高電圧を必要としないことから、作業環境の安全性と、工程の低コスト化を同時に達成することができる。以上説明したように、本発明によれば、拡散源として用

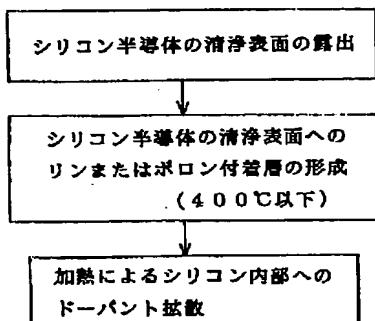
いるドーパントの付着層をシリコンウェハ表面に安定してつくることができ、しかもシリコン内部にドーパント添加の際のダメージが生じることがない。このことから、続いて行う熱処理によって浅いドーパント層をシリコンウェハ内に一様に、かつ容易に形成することができる。

【0007】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明の半導体装置の製造方法によれば、拡散源として用いるドーパントの付着層をシリコン半導体表面に安定して形成することができ、またシリコン半導体内部にドーパント添加の際のダメージが生じることがないので、続いて行う熱処理によって、浅いドーパント層を、例えば大口径のシリコンウェハ内に一様に、制御性よく、かつ容易に形成することができる効果がある。

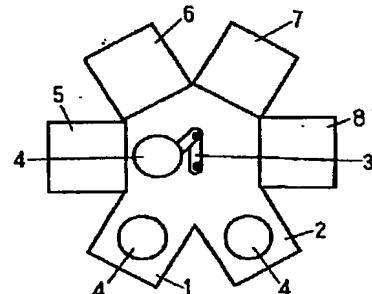
【図1】

図1



【図2】

図2



1…入口カセット室
2…出口カセット室
3…ロボットアーム
4…半導体ウェハ（シリコンウェハ）
5…フッ酸処理室
6…リン処理室
7…ボロン処理室
8…熱処理室

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態で例示した半導体装置の製造方法の基本的な工程を示す図。

【図2】本発明の実施の形態で例示した半導体へのドーピング装置の構成の一例を示す模式図。

【符号の説明】

1…入口カセット室
2…出口カセット室
3…ロボットアーム
4…半導体ウェハ（シリコンウェハ）
5…フッ酸処理室
6…リン処理室
7…ボロン処理室
8…熱処理室